Ueber eine

stationäre Sicherheits-Lampe

in

Braun- u. Steinkohlen-Lagern

mit Rücksicht auf die Gruben-Verhältnisse.

Inaugural-Dissertation

der

philosophischen Facultät der Universität Rostock

vorgelegt

von

Eugen Nörr, Dr. phil.

Rostock.

Carl Boldt's Buchdruckerei.

1872.

Keine menschliche Beschäftigung ist mehr von Gefahren bedroht und verlangt mehr Selbstverleugnung als die des Bergmannes in den Kohlengruben. Trotz aller Sicherheitsmaßregeln, selbst bei guter Ventilation der Gruben und bei vorsichtiger Handhabung der verbesserten Davy'schen Grubenlampe, sind Unglücksfälle keine Seltenheit. Die Wissenschaft hat alles nur Mögliche zur Vervollkommnung der alten Palliativ-Mittel gethan. Als Beweise dafür dienen die Sicherheitslampe und die Ventilation. Neue Rettungsmittel sind ebenfalls geschaffen worden, aber noch immer hat der Leichtsinn unerfahrener Arbeiter und der übelwollende Zufall viel zu viel Spielraum gewinnen können. Deshalb erlaube ich mir als neuen Beitrag zur Lösung dieser wichtigen Frage die Beschreibung und Erläuterung meiner auf Grund bis jetzt gemachter Erfahrungen construirten stationären (electrischen) Sicherheitslampe zu geben.

Diese stationäre Grubenlampe bietet dem Arbeiter volle Sicherheit:

1. weil sie von ihm falsch und unrichtig nicht angewendet werden kann, und

2. weil sie die allgemeine Ventilation selbst unterstützt, d. h. gute Wetter an den gefährdeten Orten herstellen hilft.

Deshalb muß sie aber auch wegen des unbestimmten und plötzlichen Ausströmens der Grubengase aus der Kohle überall in der Grube in möglichst großer Anzahl aufgestellt werden, um gewissermaßen den permanenten, zuverlässigen Grubenwächter zu spielen.

Bevor ich aber diese Lampe näher bespreche, scheint mir eine genauere Betrachtung der Kohlenlager nothwendig. Ich werde also sowohl auf die Entstehung der fossilen Kohle als auf ihre Gewinnung Rücksicht nehmen, werde dabei ganz be-

sonders auf die gefahrbringenden Grubengase eingehen, welche in Klüfte eingeschlossen von dort ausströmen, ferner auf die Nothwendigkeit einer künstlichen Ventilation, weil die natürliche nicht ausreicht. Es müssen die Gase, zu einem geregelten Wetterstrom angesammelt, aus der Grube zu Tage gefördert werden. Dann werde ich über die wichtigsten der jetzt gebräuchlichen Sicherheitslampen sprechen, auch die übrigen Beleuchtungsmittel erwähnen.

Ein von mir früher construirter electro-magnetischer Grubengas-Regulator soll aber der Beschreibung der stationären Sicherheitslampe vorangehen, weil seine Principien mich vielfach bei ihrer Construction geleitet haben.

Beginnen wir also mit den fossilen Resten und ihrem Vorkommen im Erdkörper.

Nicht zu allen Zeiten war die Erdrinde der heutigen gleich. Sie hat sich erst durch allmähliche Ablagerungen der schlammigen, erdigen und steinigen Massen gebildet, welche das Urmeer auf den abgestorbenen, autochthonen Stein-, Pflanzen- und Thiergebilden schub- und schichtweise auf einander absetzte. Durch Mitwirkung der Ur- und Schiefergesteine (sedimentäre Formation) wurde aus ihnen eine mächtige, felsartige Decke geschaffen. Unter ihr ruhen die fossilen Ueberreste aller Organismen, welche bis auf unsere Tage die Erde belebt haben.

Welch' eine gewaltige Kette von Gräbern tritt uns in dieser Erdschicht entgegen!

Keine sprungweise Entwicklung kennt das organische Leben unseres Planeten. Ein Wesen geht aus dem andern hervor und strebt seinerseits langsam aber stetig nach Vervollkommnung seiner Art. — Untrügliche Beweise dafür haben uns Männer wie Darwin und Häckel geliefert.

Und auch Byron darf mit Recht singen:

„der Staub, den wir mit Füßen treten
„war einst lebendig."

Diese mannigfach neben-, auf- und in einander gelagerten Gesteins- und Gebirgsarten zerfallen bekanntlich in vier Formations-Gruppen: in Schicht-, Schiefer-, Massen- und Ganggesteine. Die Reihenfolge und das Alter solcher Erdformationen

wird theils aus ihrer gegenseitigen Aufeinanderlagerung oder Durchdringung erkannt, theils aber auch, und zwar am sichersten, aus der Anwesenheit und Formenverschiedenheit der in den Gesteinen vorkommenden Thier- und Pflanzen-Reste.

Im Urgebirge aber trifft man keine Spur organischen Lebens an.

Die Erde war damals, Jahrtausende lang, allein mit der Bildung von Silicatgesteinen beschäftigt.

Oft wurde ihre Arbeit von gewaltigen in ihrem Innern entstandenen Revolutionen unterbrochen, welche plutonische Gesteinsmassen auf die Oberfläche brachten.

Gleich auf das Urgebirge folgt schon eine Schicht, die zahlreiche Ueberbleibsel, versteinerte Reste von Pflanzen und Thieren, aufzuweisen hat.

Unter ihnen sind die Autochthonen zu suchen, welche einst die Sonne in's Leben rief.

Mit Recht sagt wohl Prof. Du Bois-Reymond in seinen Vorlesungen: die Sonne hätte zu jener Zeit eine chemisch weit wirksamere Strahlung besessen, hinreichend befähigt zur Urzeugung.

Aber blos die Zwischenschichten jener Formation enthalten Spuren niederster Thiergattungen. Weiter hinauf stößt man nur auf Pflanzenreste, darunter auf unsere wichtigen fossilen Kohlen.

Dennoch ist es zweifelhaft, ob nicht auch damals thierisches Leben existirt haben mag, wenn auch seine Spuren in dieser Erdschicht ausgelöscht sind.

Die Träger der fossilen Ueberreste heißen Sediment-, Schicht- oder Absatz-Gesteine. Sie sind in wagerechten oder auch wenig geneigten Schichten über einander gelagert, und augenscheinlich durch allmähliche schlammige Niederschläge mineralischer Substanzen (z. B. gewisse Arten Kalk, Sandstein, Kreide, Mergel und Thonmassen) entstanden, welche das Meer an vorhandenen Küsten abgesetzt und die Zeit später verhärtet hatte.

So umgestaltend greift noch heute das Meer in die Länderbildung ein.

Die Schichtgesteine umschließen außer andern Petrefacten

die Braun- und Steinkohlen. Auch Trümmergestein findet sich in ihnen vor. Letzteres besteht aus mechanisch zusammengeführten, fest verkitteten Massen der verschiedensten Formationen.

Die sedimentären Schichten bilden vorzugsweise Ebenen und flachhügelige Gegenden. Sie wurden nämlich, als sie noch in Bildung begriffen, häufig durch Schwinden ihrer Unterlage gesenkt und gebogen. Unterirdische Gewässer gaben hierzu Veranlassung. Auf den niedergesunkenen und vielfach zerrissenen Massen lagerten sich neue desselben oder andern Ursprungs ab. Das Wasser hinterließ dort, als Andenken an seine frühere Wirksamkeit, zahlreiche Höhlungen (Klüfte).

In Gebirgen zeigen die sedimentären Schichten fast immer Uebergänge zur zweiten Formation oder Veränderungen durch die dritte. Die untern festen Schichten derselben sind gewöhnlich mit loserem Schuttland, auch mit Diluvial- und Alluvialbildungen überdeckt. — Ueber der Steinkohlenformation liegt die permische Formation, deren unterstes Glied, das Rothliegende, Sandstein, Conglomerat, Porphyrbrocken, Kalkstein und Thonstein bilden, während das obere Glied der permischen Formation Zechstein heißt und namentlich durch bituminöse Mergelschichten ausgezeichnet ist.

Unterhalb der Steinkohlenformation liegt die devonische Formation, zur sogenannten Uebergangsformation gehörig, welche der Urformation folgt.

Das meiste Interesse beanspruchen hier für uns die sedimentären Schichten, weil in ihnen das kostbare Mineral, die fossile Kohle, sich befindet.

Sie giebt uns täglich eine unermeßliche Menge von Licht und Wärme her, welche nur von der des allbelebenden Sonnenfeuers übertroffen wird.

So segenbringend die fossilen Brennstoffe für uns geworden sind, solch' gewaltigen Schaden haben sie durch die in ihren Klüften eingeschlossenen Grubengase herbeigeführt.

Diese Gase entspringen der Bildungszeit der Kohlen. Sie entstanden, als jene vorweltlichen Pflanzen in Vermoderung begriffen waren, weil ihrem Leben durch irgendwelche gewaltige, plötzlich hereinbrechende Fluth ein Ende gemacht wurde. Darüber-

liegender Schlamm und Gerölle hielt sehr häufig diese Modergase zurück, zum Theil wurden sie auch von der nach und nach carbonisirten Pflanzenmasse am Entweichen verhindert. Raum schafften sich die Gase nöthigenfalls in der Kohle selber. Auch in der carbonisirten Masse ruhte nicht die Neubildung von Gasen, weil sie noch immer weiter in ihrer Verkohlung fortfuhr.

Hatte das hereinbrechende Wasser seine Höhlungen wieder verlassen, so nahmen die eingesperrten Gase dieselben ein.

Ueber den Verlauf des Carbonisirungsprocesses wird später Specielleres folgen.

Solange die Kohlengase durch eine feste Gesteinsdecke abgesperrt sind, können sie in die künstlich gearbeiteten Grubenbaue nicht kräftig einströmen. Nur aus den Poren treten sie langsam heraus. Die Klüfte, welche sie in der Kohle erfüllen, sind meist durch die darüber liegende Decke des Nebengesteins dem Auge verborgen.

Eher läßt sich ihr Austreten aus Kohlenrissen wahrnehmen. Die Grubengase sind ein Gemenge von eigentlichem Grubengas oder Sumpfgas, ölbildendem Gase, Kohlensäure, Kohlenoxyd, Stickstoff, Schwefelwasserstoff und Wasserdampf, welche sich mit der „von zu Tage" in die Grube tretenden atmosphärischen Luft vermischen. Unter ihnen ist der Stickstoff dem menschlichen Organismus am wenigsten schädlich. Stickstoff wird eigentlich nur durch die Abwesenheit der nöthigen Menge Sauerstoff gefährlich. Kohlenoxyd wirkt, auch mit Luft vermischt, verderblich. Die anderen Grubengase werden durch Anwesenheit der Luft erträglich.

Was die Menge anbetrifft, so ist das eigentliche Grubengas, auch Sumpfgas oder feuriger Schwaden (besonders von Bergleuten) genannt, gewöhnlich am reichlichsten in der Grubenluft vertreten.

Ueber sein Vorkommen in den Steinkohlenbauen sagt Lottner etwa Folgendes:

„Wegen seiner geringen Dichtigkeit erfüllt es die oberen „Baue, die keinen Ausgang haben, sammelt sich in den Aus„kesselungen der Firste an. Doch geschieht dies Alles nur „solange, als dies Gas nicht vermöge der Diffusion oder durch „mechanische Mittel mit der atmosphärischen Luft gemischt „worden ist, von der es sich unter keinen Umständen wieder „absondert.“

„Wo sich das Gas aus der Kohle selbst an deren Ober„fläche entwickelt, zeigt sich mitunter das sogenannte Krebsen, „ein knisterndes Geräusch. Doch ist dies an einen gewissen „Grad von Feuchtigkeit gebunden.“

„Innerhalb der Flötze ist das Grubengas höchst „ungleich vertheilt.“

„Namentlich hält es sich gern da auf, wo die Kohle weich „und zerreiblich erscheint. Deshalb wird es häufig in der Nähe „von Sprüngen gefunden, welche es gleich Kanälen von andern „Stellen heranführen. Wird die Geschlossenheit der Kohle ver„mindert oder ihre Oberfläche vermehrt, so geschieht ein erleich„terter Austritt und zeitweilige Vermehrung der Gasentwicke„lung. Ferner läßt verminderter Barometerstand die Gase „schneller aus der Kohle austreten, hat aber, wie Bischof meint, „nicht allzu großen Einfluß hierauf.“

„Auf die Bewegung eines Gases von mehreren Atmos„phären Pressung können geringe Barometer-Schwankungen „keinen großen Einfluß haben.“

„Bei frisch blosgelegten Flächen der Kohle strömen die „Gase stärker aus, als bei geschlossenen.“

„Darum treten die Grubengase bei im Bau befindlichen „Grubenstrecken häufiger aus der Kohle aus, als bei verlassenen.“

„Dennoch geben die verlassenen Baue öfter Gelegenheit „zu großen Gasanhäufungen, als im Betriebe befindliche.“

„Das Gas der unteren Baue strömt nämlich in die darüber „liegenden verlassenen.“

„Häufig sind die Ausströmungen der Grubengase in den „verlassenen Bauen eine Folge von Brüchen.“

„Auch Verminderung des Atmosphären-Drucks und die

„Erhöhung der Temperatur im alten Mann (goaf) befördert „den Austritt der Grubengase aus der Kohle."

„Langsamer Wetterzug, welcher leider in den verlassenen „Bauen herrscht, ist meist an besagtem Unglück Schuld."

Die genauesten Untersuchungen über den Einfluß der Barometer-Schwankungen auf das Ausströmen der Grubengase hat Bischof gemacht. Nachstehendes sei davon erwähnt.

Auf Gase, die im alten Mann sich allmählich unter der festen Gesteinsdecke angesammelt und verdichtet haben, üben solche Barometerschwankungen jedenfalls ihren Einfluß aus.

Auf das Ausströmen der Gase aus der Kohle wirkt sonst, wie wir gesehen haben, wechselnder Luftdruck weniger ein.

Die Diffusion der Gase in den offenen Grubenraum findet in dem Maaße statt, als dieselben dort schon vorhanden sind.

Leichtes Grubengas (Sumpfgas $C\ H^4$) und Luft ist das gewöhnliche Knallgasgemenge.

Doch gilt dies nicht für beide Gase in all' ihren Mischungsverhältnissen. Sind dieselben so gemischt, daß auf 1 Theil Grubengas 4 Theile Luft kommt, dann ist das Gemenge explosiv geworden.

Bergleute nennen diese Gasmischung schlagendes Wetter. Ist mehr oder weniger Luft dabei, dann hört die Gefahr auf.

Ist zu wenig Luft neben Grubengas in der Grube, so ersticken die Arbeiter.

Die Gasentwicklung aus den fossilen Brennstoffen richtet sich nach dem Grade ihrer Carbonisirung.

Sie ist bei Braun- und Steinkohle, bei Graphit und Anthracit verschieden, obgleich bei allen Kohlensäure und Wasserdampf neben brennbaren Kohlenwasserstoffgasen entweichen.

Die Braun- und Steinkohlenlager sind die Torflager der Vorwelt. Diese gingen aus der baum- und blüthenlosen Vegetation der sog. Steinkohlenperiode hervor.

Diese Vegetation bestand aus riesigen Gräsern, Moosen und Heidekräutern. Selten kamen in ihr Baumfarren, noch seltener Nadelhölzer vor.

Hingegen standen die heut so kleinen Bärlappen, Schach-

tel- und Sternhalme in 60—70 Fuß hohen und 5 Fuß dicken Stämmen.

Nach Göppert, O. Heer u. A. ersieht man auch, daß jene Vegetation auf einsamen, vom Wasser bestandenen, Inseln wuchs. Diese Inseln sind die Spitzen unserer heutigen Gebirgsländer. Sie waren wegen ihrer nebligen, sehr kohlensäurereichen Atmosphäre von keinem Thier bewohnt.

Die Atmosphäre von damals muß ca. 100 mal mehr Kohlensäure enthalten haben, als die unsrige.

Nur Zwittergeschöpfe von Thier und Pflanze möchten vielleicht in solcher Atmosphäre fortkommen.

Für die damaligen Pflanzen und ihren riesigen Wuchs war die Beschaffenheit der Luft ausgezeichnet. Ihre Stammentwicklung bedurfte sehr vielen Kohlenstoffs, welcher der atmosphärischen Kohlensäure entnommen wurde.

Das allumfassende Meer absorbirte ebenfalls viel von diesem Gase und machte dadurch mineralische Stoffe leichter löslich. So wurde die Atmosphäre wieder gereinigt und der Boden allmählich umgewandelt.

Beides aber bereitete das später auftretende Thierleben vor. Häufige Ueberfluthungen machten der Steinkohlenvegetation ein Ende und begruben dieselbe unter Schlamm und Gerölle. Torf entstand aus ihrer Vermoderung. Nachdem auch dieser von neuen Massen überlagert war, bildete sich aus ihm nach und nach unter gewaltigem Druck Braunkohle (eine weiterfortgesetzte Carbonisirung).

Aus der Braunkohle ging dann später allmählich Steinkohle hervor.

Das Wasser, in dem die Pflanzen zu Grunde gehen, leitet auch sogleich ihre Vermoderung ein. Es sättigt sich dabei sehr bald mit Kohlensäure und hält dadurch den Luft-Sauerstoff von der modernden Pflanze ab. Aber auch den in ihm selber aufgelösten Sauerstoff (resp. die Luft) verdrängt die absorbirte Kohlensäure. Die Zersetzung geht sogar auf das Wasser über; es wird in seine bekannten Grundbestandtheile zerlegt. Die hierbei abgespaltenen Hydroxyl-Molecüle des Wassers fügen

sich nach und nach den aus der Pflanzenfaser hervorgegangenen Kohlenwasserstoffen ein.

Die modernden Pflanzen liefern mit Hilfe der darüberliegenden Schlammmassen neue Humus-Gebilde.

Immerfort entwickeln sich bei diesen Umbildungen der Pflanzenfaser die bekannten Gasprodukte der Fäulniß. Bald entweichen sie, bald werden sie, wie wir früher gesehen haben, unter der Schlamm- und Moderdecke gewaltsam zurückgehalten.

Die trockene Verkohlung (Carbonisirung) schreitet weiter vorwärts.

Bei den Steinkohlen bildet sich selbst in der Grube noch neues Grubengas, unter Mitwirkung der Feuchtigkeit, ebenso bei der Braunkohle.

Auch wenn diese an freier Luft lagern, entwickeln sie dergleichen Gase. Dies könnte allein schon für die Richtigkeit letztgenannter Beobachtung sprechen.

Für die allmähliche Entstehung der Braunkohle aus dem Torf, der Steinkohle aus der Braunkohle giebt den schlagendsten Beweis ein Lager fossiler Kohlen, welches sich noch heut in Rußland, und zwar im Tula'schen Gouvernement, befindet.

Diese Fossilien können nicht zufällig dorthin gerathen sein, sondern gehören unzweifelhaft der Vorwelt an, weil sie zwischen der devonischen und eigentlichen Steinkohlenformation eingelagert sind.

Dieselben bestehen aber zum Theil noch aus Torf, zum Theil aus Braunkohle, zum Theil schon aus Steinkohle.

Nachträglich möchte ich noch erwähnen, daß überall auf der Erde in der fossilen Kohle dieselben Pflanzengattungen gefunden werden (in den Abdrücken der Kohle 2c.), was auf eine gleiche Temperatur der ganzen Erde damaliger Zeit, und zwar auf eine Temperatur von etwa 25° C. schließen läßt.

Aus den einfachen Bestandtheilen der Pflanzenfaser, wozu nur noch einige mineralische Salze kommen, wurden alle diese Bildungen geschaffen.

Aus den verschiedenen Mischungsmengen von Kohlenstoff, Wasserstoff und Sauerstoff bildet sich noch heute die zahlreiche, wunderbare, organische Welt.

So sucht die Natur überall mit dem mindesten Kraftaufwande ihr vorausbestimmtes Ziel zu verfolgen.

Sie richtet sich nach dem Gesetze von der Erhaltung der Kraft. Immer erreicht sie ihren Zweck, wenn nicht andere Vorgänge ihr Hindernisse vorbauen.

Alle ihre Schöpfungen lassen sich zuletzt auf physikalische und chemische Anziehung zurückführen, welche beide Dr. Angus Smith wohl mit Recht nur als die Modificationen einer einzigen Naturkraft ansieht. Höchst wahrscheinlich hängt die materielle Verschiedenheit der Körper von der Raum- und Quantitätsvertheilung der Molecüle ihrer Grundstoffe ab. Diese Vertheilung aber scheint mir dadurch herbeigeführt, in welcher Weise sich die Molecüle vermöge ihrer anziehenden (aus ihnen selbst resultirenden) Kräfte entweder anlagern oder durchdringen.

Uebrigens zeigt schon dieselbe Gattung Steinkohle sehr große Verschiedenheit.

In einer von mir gefertigten Analyse von Steinkohle aus der Zeche Engelsburg ergab sich:

Kohlenstoff	86,515
Wasserstoff	4,430
Sauerstoff	6,630
Stickstoff	0,304
Asche	2,121
	100,000.

Nach einer Analyse von Bar ergab sich aber für ganz dieselbe Steinkohlengattung:

Kohlenstoff	85,90
Wasserstoff	4,56
Sauerstoff	6,33
Asche	3,21

Der Stickstoff betrug 1,56 % oder nach Abzug der Asche 1,61 %.

Bei einer zweiten Analyse von Steinkohle aus derselben Zeche fand jener Analytiker:

Kohlenstoff	88,75
Wasserstoff	4,71
Sauerstoff	6,54
	100,00.

Im mineralogischen Sinne werden folgende Arten von Steinkohle unterschieden:

1) Die Pechkohle ist sammetschwarz, stark fettglänzend, hat muscheligen Bruch, ein bräunlich schwarzes Pulver, behält im Striche den Glanz, ist weich und etwas zähe.

2) Die Kennelkohle ist gräulich schwarz, sehr schwach fettglänzend, hat ebenen oder sehr schwach muscheligen Bruch, schwarzes Pulver ohne Braun, behält ihren Glanz im Striche und ist zäher als Pechkohle.

3) Die Grobkohle ist gräulich schwarz, sehr schwach fettglänzend oder schimmernd, hat unebenen und kleinkörnigen Bruch, schwarzes Pulver und glänzenden Strich.

4) Die Faserkohle oder mineralische Holzkohle ist gräulich schwarz, seidenglänzend, hat faserige Textur, ein schwarzes Pulver, ist mild, zerreiblich und färbt ab.

5) Die Schieferkohle ist ein schiefriges Gemenge von Pechkohle, Grobkohle und Faserkohle; sie heißt auch Blätterkohle, wenn die Pechkohle sehr vorherrscht, und das verschiedenartige Gefüge ausgezeichnet ist.

6) Die Rußkohle ist schwarz schimmernd, oder bei blättriger Textur schwach fettglänzend, hat eine erdige oder verworren blättrige Textur, ein schwarzes Pulver, ist mild, zerreiblich, abfärbend.

Die reinen Steinkohlen haben im Allgemeinen folgende Eigenschaften:

Sie sind spröde, von dunkelschwarzer Farbe, ohne Geruch und Geschmack und specifisch schwerer als Wasser, verbrennen mit einer unter Rauch und Ruß und mit unangenehmem Geruch verbundenen Flamme.

Im Zustande ihrer Reinheit ist der Geruch nicht schwefelig wie bei den andern, wo Schwefelkies eingesprengt ist, häufig unter gewissen Umständen die Ursache der Grubenbrände, die nicht einmal immer durch Wasser zu löschen sind.

Bei solchen hält man, wie Fachleute sagen, am besten die Tagesluft vom Zutritt in die Grube ab.

„Die Steinkohlen, in denen schlagende Wetter vorkommen, entwickeln, (wie uns De Marsilly in den Compt.

„rend. XLVI. pag. 883, cf. Dingl. Journ. CXLIX. pag. 126 „und Wagner Bd. IV. pag. 625 Jahrg. 1855 sagt), wenn „schlagende Wetter zu erwarten sind, immer, und „fast ausschließlich, Kohlenwasserstoffgas, während „Kohlen aus Gruben, in denen sich keine schlagenden Wetter „zeigen, keine Spur dieses Gases entwickeln, vielmehr (bei „ihrer Erwärmung natürlich) ein Gas geben, welches „aus Stickstoff und Kohlensäure besteht. Frisch geförderte Stein„kohle erster Gattung verliert nach Marsilly schon bei 50° C. „Kohlenwasserstoffgas. Bis auf 100° erhitzt, wird die dadurch „gewonnene Gäsmenge schon gut bemerkbar."

Auch in Bezug auf die Braunkohle unterscheidet man, vorzüglich nach ihren Cohärenz- und Textur-Verhältnissen, folgende Arten:

a. Der Gagat oder die Pechkohle ist bräunlich schwarz, hat schwach muscheligen Bruch, starken Fettglanz und ist politurfähig;

b. Das bituminöse Holz ist dunkel oder hellbraun und hat deutliche Holztextur;

c. Die erdige Braunkohle ist braun, feinerdig, matt und im Striche glänzend.

Alle diese Arten Braunkohle finden sich, wie bereits erwähnt, im Thon und Sandstein der jüngsten Gebirgsformation in theils weit verbreiteten Lagern oder in kleinen unregelmäßigen Massen.

Hinsichtlich des bituminösen Holzes möchte ich noch Folgendes hinzufügen.

Die bituminösen Baumstämme sind aus Treibholz hervorgegangen. Noch heute sieht man ähnliche Vorgänge in Flüssen und Seen. Zwischen den sperrig von einander abstehenden Aesten und Wurzeln umliegender Bäume häuft das darüberhinfließende Wasser massenhaft erdigen Schlamm und Sand an. Zuletzt aber wird Alles verkieselt. Diese bituminösen Baumstämme kommen jedoch höchst vereinzelt in den Kohlenlagern vor und sind die Ueberbleibsel der vor undenklichen Zeiten untergegangenen Wälder.

Der Kohlenstoffgehalt schwankt bei den verschiedenen Stein-

kohlenlagern zwischen 72 und 85% während der Durchschnittsgehalt des kohlenstoffreicheren Anthracits 94% beträgt. Die Braunkohle hat den geringsten technischen Werth. Sie enthält mindestens 50% Wasser und Asche.

Kehren wir nun nochmals zu den die Braun- und Steinkohle begleitenden Gasen zurück.

Das Grubengas ist trotz seiner Leichtentzündlichkeit doch nicht so gefährlich als Leuchtgas.

Hierbei sei zugleich erwähnt, daß die Grubenexplosionen auch durch die aus ihnen resultirenden Gasproducte für die Belegschaft oft höchst verderblich werden. Es sind nämlich irrespirabele Gase, welche dort entstehen. Um ihrer schädlichen Wirkung zu begegnen, giebt man dem einfahrenden Arbeiter eine luftdichtanschließende Bekleidung, welche in ihrer Beschaffenheit der bekannten Taucher-Kleidung gleicht und mit einem besonderen Luft-Reservoir communicirt.

Was nun die Gefährlichkeit des Leuchtgases betrifft, so ist darüber Folgendes zu bemerken.

Ein Gemisch von Leuchtgas und Luft wird (vorausgesetzt, daß hinreichend Luft vorhanden) schon von einem Stück rothglühenden Eisens entzündet. Bei Grubengas und Luft geschieht dies nicht.

Auch glühende Kohle entzündet eine solche Mischung. Hier ist eine Rothglühhitze gemeint, die an einem trüben Tage in freier Luft sichtbar ist.

Die Temperatur, welche Grubengas-Explosions-Gemische durch glühende oder mit Flamme brennende Körper zur Entzündung bringt, liegt weit höher als die Entzündungstemperatur solcher Leuchtgas-Gemische.

Wie uns Frankland versichert, können Gemische von Steinkohlen-Leuchtgas und Luft schon durch einen Schlag mittelst eines Werkzeugs auf Eisen oder Stein, auch durch Aufschlagen eines Pferdehufeisens auf das Pflaster zur Explosion gebracht werden. Mit Grubengas ist es anders.

Deshalb sind auch die Davy-Sicherheits-Lampen in explosiven Leuchtgas-Gemischen lange nicht sicher genug.

Da hier schon die Gefährlichkeit des Knallgases bemerkt

ist, will ich auf das Verhalten der Grubenlampe in den bösen Wettern näher eingehen.

Wenn nämlich der 30ste Theil der Grubenluft aus Grubengas besteht, erkennt man dies schon am unsicheren Brennen der Davy-Lampe, während erst $^1/_2$ Proc. davon durch den Geruchssinn wahrzunehmen ist. Diese Menge kann aber schon dem Menschen lästig werden.

Beim 15—16ten Theil an Grubengas ist die Erscheinung am Brennen der Sicherheitslampe deutlicher sichtbar. Solch ein Gemenge von Grubengas und Luft läßt sich bereits durch die Grubenlampe entzünden, wenn sie der Arbeiter unvorsichtiger Weise heftigem Zuge aussetzt. Ihre Flamme wird dadurch herausgeschleudert.

Beim 9ten Theil Grubengasgehalt in der Grubenluft vermehrt sich die Explosionsgefahr. Aber auch schon beim 10ten bis 12ten Theil an Grubengas ist Gefahr da. Die Sicherheitslampe füllt sich mit blauer Flamme, welche jedoch ihre Oelflamme noch erkennen läßt.

Besteht aber der 5te Theil der Grubenluft aus Grubengas, dann füllt sich der Lampencylinder (der von Draht) mit einer gleichmäßig hellen Flamme, welche die Oelflamme der Lampe nicht mehr herausfinden läßt. Der Drahtcylinder erglüht bald darauf. Die Gefahr des Knallgases steht nun bevor.

Der Grubenarbeiter muß sich unter diesen Umständen auf den Boden niederducken, weil dort (an der Sohle) sich das leichte Grubengas schwerlich aufhält. Den gefährdeten Ort schnell zu verlassen, ist bis jetzt das beste Auskunftsmittel. Andere Hilfe gewährt meine stationäre Sicherheitslampe.

Die Zeit bis zum Erglühen des Drahtnetzes, d. h. bis zum Eintritt der Explosion, dauert etwa 10 Minuten. In derartiger explosiver Grubenluft kann der Mensch noch athmen.

Aus den bisherigen Ausführungen erhellt, wie wichtig es ist, in der Grubenluft eine gewisse Menge atmosphärischer Luft zu haben. Hierauf bezüglich will ich schon jetzt den Ausspruch Lottner's mittheilen:

„Vor allen Dingen muß aber die Betriebsleitung stets im „Auge behalten, daß es immer darauf ankommt, durch hin-

„reichende frische Wetter die Ansammlung schlagender Wetter „zu verhindern, um Gefahrlosigkeit zu erlangen.“

Die Wetterführung richtet sich bekanntlich nach dem Grubenbau. — Die von mir construirte stationäre, electrische Sicherheits-Lampe hat ebenso nahe Beziehung zur Wetterführung. Grubenbau und Wetterführung soll nun deshalb genauer betrachtet werden.

Drei Arten von Grubenbau kennt die Praxis: Tagebau, Stollen- und Schachtbau.

Welcher von diesen zu wählen ist, richtet sich nach der Lagerung des zu Gewinnenden. Liegt dasselbe nicht sehr tief unter der Oberfläche, wendet man Tagebau an, der fast wie ein Steinbruch aussieht. Liegt das Mineral tiefer, der Art, daß es durch einen wagerechten, oder etwas steigenden oder fallenden Gang erreichbar ist, greift man zum Stollenbau. Nun wird ein Stollen von Tage aus in den Berg hineingetrieben. Bald verzweigt er sich in mehrere Abbaue (Strecken) oder Abtheilungen (Flügel). Diese sind abermals durch das Tragewerk in mehrere gesonderte Räume geschieden. Der untere wird Wassersaige genannt und dient zur Wasserabführung, gleichzeitig aber auch zur Wetterung (Lüftung), der obere zur Fahrung und Förderung des gewonnenen Materials und der Arbeiterschaft.

Die Decke einer Strecke oder eines Stollens heißt Förste, ihr Boden Sohle, die Seiten Ulmen. Zum Gehen dient eine Pfostenleitung, die man Tragwerk nennt. Das Ende einer Strecke heißt man „Ort“, außer solchen horizontalen Gängen (Stollen) giebt's im Bergwerk noch Aufgänge zum Tageslicht, sogenannte Schachte, senkrechte, brunnen- und schornsteinartige Oeffnungen, von rechtwinklig vierseitigem Querschnitt.

Bei Beginn eines Bergwerks bohrt man immer einen Schacht, den sogenannten Untersuchungsschacht, welcher später eine weitere Bestimmung erhält.

Nach der Betriebsrichtung heißen nämlich die Schachte: Untersuchungs-, Communikations-, Wetter-, Zieh-, Treibe-, Kunst-, Stangen-, Hange-, Tages-Schachte und Luftlöcher.

Wird in einem Schacht Maschinerie zur Förderung, Fahrung rc. aufgestellt, dann ist er ein sogenannter Hauptschacht.

Der Ventilation halber werden öfters Schachte über Stollen abgeteuft. Das sind Wetter- oder Luftschachte. Diejenigen Schachte, welche zur Förderung der Lasten und Arbeiter, ferner zur Heraufbringung der Grubenwasser dienen, heißen Wasser- und Maschinen-Schachte. Sowohl in Braunkohlengruben als auch in den Steinkohlenbauen ist die Lüftung der Betriebsräume zur Erzielung guter Wetter von derselben Wichtigkeit.

Hören wir nun vor Allem Lottner über das Wesen des Bergbaues. Die Absenkung der Wetterschachte hier und da reicht allein noch nicht aus, weil die bösen Wetter zu schwer sind und nicht so leicht mit frischer atmosphärischer Luft eine Mischung eingehen. Sie müssen deshalb erleichtert und richtig vertheilt werden.

Zu dem Zwecke stellen die Bergleute gewisse Verschläge und Zwischengänge her. Diese werden periodisch, besonders zu den Uebergangszeiten des Jahres (weil sich dann die natürliche Richtung des Wetterzugs umkehrt) durch dicht verschließende Thüren gesperrt. In Folge dessen muß alle Luft auf bestimmten Wegen, in langem Umzuge jeden Grubenraum bestreichen. Solche Grubenluftströmung erhält da durch eine gewisse Aehnlichkeit mit unsern großen atmosphärischen Luftströmungen.

Bei kunstgemäßem Kohlenbetrieb, d. h. bei Tiefbau, werden zwei verschiedene Oeffnungen gegen die Tagesoberfläche nöthig. Nun erst kommt der Wetterzug in rechte Thätigkeit; denn jetzt sind zwei verschiedene Luftsäulen geschaffen, welche durch ihr Streben nach Gleichgewicht den Wetterzug herstellen.

Eine derartige Wetterführung fordert heute die Gesetzgebung der meisten Staaten.

Einen einzigen Schacht mit besonderem Wetterthurm, wie man ihn bei Beginn des Bergbaues anlegte, halten unsere Fachleute für gar nicht empfehlenswerth. Dergleichen Ventilation ist höchstens für den Anfang zu billigen.

Es reichen nicht einmal zwei Schachte resp. ein Doppelschacht zu einer gut geregelten Wetterung aus. Dies wäre ein natürlicher Wetterwechsel. Die aus dem Schachte kommende Grubenluft muß noch weiter erleichtert werden.

Dies geschieht durch das sog. „zu Felde gehen lassen zweier parallelen Strecken". Abwechselnd werden diese mittelst Durchhiebe wieder verbunden, an andern Stellen aber durch Blenden abermals geschlossen.

Fachmänner wollen diese Theilung des Wetterstroms in den Gruben principiell durchgeführt wissen. Sonst sammeln sich auch leicht schlechte oder schlagende Wetter „vor Ort" an.

Die Luft-Circulation verliert auf den langen Grubenwegen viel an Kraft. Ursache ist davon ihre starke Reibung an den Grubenwänden, die aber weniger beim getheilten Wetterzuge stattfindet.

Zu große Geschwindigkeit des Wetterstroms, z. B. die von über 2—3 Fuß in der Secunde, belästigt schon die Respirationsorgane der Arbeiter in bedeutendem Maaße. Uebersteigt die Geschwindigkeit gar 5 Fuß pro Secunde, so kann der Wetterzug die Flamme aus dem Drahtnetz „herausziehen"; bei Gegenwart schlagender Wetter ist dies Veranlassung zur Explosion.

Getheilter Wetterzug hat eine regelmäßige Strömung. Der Wetterstrom gleicht also auf seinem Grubenwege gewissermaaßen dem vom Herzen strömenden Blute in seinen Capillargefäßen. Machen die Terrainverhältnisse der Grube die Führung einer Parallelstrecke unmöglich, so bildet man die zweite Luftsäule durch Wetterlutten oder Wetterscheider.

Schließlich noch einige Angaben über die Lutten, welche in gewissem Zusammenhang mit meiner stationären Sicherheitslampe stehen.

Die Lutten sind künstliche Wetterführer und werden gewöhnlich aus 4 Brettern zusammengenagelt. Zur weitern Dichtung überzieht man jene noch mit hölzernen Muffen. In dieser einfachsten Gestalt bieten sie jedoch dem durchgehenden Wetterzuge zu viel Reibung. Ihr quadratischer Querschnitt wirkt dabei ebenso schädlich, wie ihre unebenen Seitenflächen. In ihren vier Ecken bildet sich nämlich ein schädlicher Raum.

Sogar die in ihnen vorhandenen Astlöcher bewirken eine widersinnige Wetterstrom-Bewegung. Die besten und vortheilhaftesten Lutten sind die **metallenen** (z. B. von Zink) mit **rundem** Querschnitt. Gewöhnlich müssen die

Abführungsrinnen der Grubenwasser in den Strecken (an der Sohle) gleichzeitig die Wetterführung vermitteln. (Analoges in den Stollen.) Bei meiner stationären Sicherheitslampe können aber die Zuleitungsröhren nur Luft zuführen. Kehren wir jedoch wieder zur Wettertheilung zurück. Zu ihrer bessern Beurtheilung will ich folgendes Beispiel wählen.

Nimmt man mit Lottner 4 Strecken, resp. Abtheilungen von gleicher Länge L, gleichem Querschnitt, gleichem Durchmesser P an, während die ganze zugeführte Luftmenge Q sei, so ergiebt sich der Widerstand durch Reibung als Theil der Druckhöhe im Allgemeinen als:

$$\frac{M}{g} \cdot \frac{P}{A} \cdot L. \, v^2.$$

Bei der Theilung kommt auf jede Strecke ein Luftquantum $\frac{Q}{4}$ mit der Geschwindigkeit $\frac{Q}{A}$; mithin ist die Druckhöhe für die Reibung gleich

$$\frac{M}{g} \cdot \frac{P}{A} \cdot L \cdot \frac{Q^2}{16A^2}$$

und für alle 4 Strecken

$$4 \cdot \frac{M}{g} \cdot \frac{P}{A} \cdot L \cdot \frac{Q^2}{16A^2}$$

Ohne Theilung ist die Geschwindigkeit $\frac{Q}{A}$, die Länge 4 L folglich wird die Druckhöhe für die Reibung

$$\frac{M}{g} \cdot \frac{P}{A} \cdot 4\,L \cdot \frac{Q^2}{A^2}$$

folglich im letzten Falle 16mal größer als bei der Theilung. Mithin ist der Wetterstrom durch die Reibung in seiner Intensität geschwächt worden.

Bei Verengungen der Grubenwege stellt sich Aehnliches für den Wetterstrom heraus.

Der Widerstand, welchen der Wetterstrom auf seinem Wege findet, hängt bekanntlich von dem Quadrat seiner Geschwindigkeit ab. Darum kann man bei Theilung des Wetterstromes mit derselben motorischen Kraft in der Ventilirung mehr leisten, als ohne Theilung. (Die Widerstände sind im ersteren Fall geringer.)

Mag nun der einfallende Wetterstrom getheilt oder un-

getheilt sein, niemals reicht bei größern Tiefbauen natürliche Ventilation aus. Künstliche Ventilation stellt man mittelst Maschinen her. Oder es wird unten im Wetterschachte ein Ofen (Wetterofen) aufgestellt. Sein Feuer erwärmt dort die Luft; sie wird specifisch leichter und steigt in der einen gesonderten Schachthälfte empor, während gleichzeitig kalte frische Luft von Tage aus in die andere Schachthälfte herabfällt. Sehr häufig dienen Centrifugal-Ventilatoren zur Gruben-Wetterung.

Nicht sehr empfehlenswerth ist die sehr einfache Ventilationsmethode: Wasser in den Wettereinfallschacht fallen zu lassen. Dies befördert nur den natürlichen Wetterwechsel.

Mitunter werden bei gewissen Arbeiten auf den Flötzen so kleine Ventilatoren verwendet, daß sie von einem oder zwei Mann getrieben werden können. Zur Versorgung ganzer Gruben mit frischen Wettern gehören große, durch Dampfmaschinen getriebene Ventilatoren. Dieselben saugen die verdorbenen Wetter aus und blasen wieder gute ein. Wegen der langen Wege und der Gasanhäufungen in den verlassenen Bauen müssen die saugenden Maschinen große Verdünnungen bewirken.

Zu den Uebergangszeiten und wo Niveauverhältnisse und schlagende Wetter in den Gruben störend wirken, ist künstlicher Wetterzug durchaus nothwendig. Wo, wie bei einem der großen Braunkohlenflötze, die Mächtigkeit auf über 100 Fuß herangewachsen ist, treibt man kunstgemäßen Tiefbau. Dort hat man zuerst einen Schacht durchgeteuft, ihn dann mit Wasserhebe- und Fördermaschinen ausgestattet. Von ihm gehen mehrere Strecken aus, nämlich horizontale Richt-, Grund- und Förderstrecken, die ihre Richtungen nach allen Weltgegenden nehmen. Diese stehen ihrerseits wieder mit senkrechten Schachten in Verbindung. Das sind die Förder- und Wetterschachte.

Die Grundstrecken hat man mit Eisenschienen belegt. Auf ihnen laufen die Transport-Karren oder Hunde.

Rechtwinklig von den Grundstrecken werden Nebenstrecken getrieben.

Die abzubauenden Flötze theilt man in Quadrate und haut sie zu Quartieren aus. Ihre Decke wird durch untergestellte Stangen und Stützen gegen Einbrechen geschützt. Nach

Abbau eines Pfeilers schlägt man das Stützenholz so viel als möglich wieder heraus und läßt die Decke ungehindert herabfallen.

Hat sich nun etwa nach Verlauf eines halben Jahres das hereingebrochene Dachgestein fest und geschlossen auf den noch stehenden Theil des Kohlenflötzes gelagert, so beginnt man mit Abbau des nächsten Quadrates. Die Arbeiter treiben jetzt vom Maschinenschachte aus die zweite tiefere Grundstrecke. Diese leitet den Abbau der zweiten Etage ein.

Auf diese Weise geht man stets weiter nach unten hinab bis zur vollständigen Hereingewinnung des Flötzes. Manchmal entsteht durch fortgesetztes Einsinken des Dachgesteins an der Tagesoberfläche eine Senkung des Bodens, aus welcher bei Gegenwart einer wasserdichten Thonschicht ein Teich werden kann.

Die großen Braunkohlengruben haben viel Aehnlichkeit mit den Steinkohlengruben. Weil ich eben erst specieller über eine der größten Gruben gesprochen, aber auch schon vorher das Wesentliche vom Steinkohlenbergbau angeführt habe, soll hier nur Weniges über eine der bedeutendsten böhmischen Steinkohlengruben angeführt werden.

In diesem Bergwerk gehen von dem hochgewölbten, geräumigen Füllort, welcher sich am untern Schachtende findet, strahlenförmig die schienenbelegten Hauptförderstrecken ab. Der Schacht hat wohl eine Tiefe von 800 Fuß. Eine an starken Drahtseilen hängende, zwischen senkrechten Schienen geleitete Förderbühne, von gewaltiger Dampfmaschine bewegt, führt den Arbeiter von Tage zum Füllort hinab. Dicht neben dem Füllort liegt die Bergschmiede. Daran grenzt wieder der Kesselofen. Hier wird der Dampf für die zahlreichen Dampfmaschinen producirt, die an verschiedenen Grubenpunkten zur Förderung fixirt sind.

Die Dampferzeugung in der Grube ist an sich sehr vortheilhaft. Erstens sind die Kohlen zur Feuerung dort unten gleich bei der Hand und dann ist der Schornstein zur Vermittelung sehr starken Zuges und rascher Wärmeentbindung im Schachte selbst gegeben. Während aber die Verbrennungsproducte des Dampferzeugers aus dem Schachte strömen, er-

wärmen sie dessen Lichtsäule und befördern den somit durch mehrere Schachte vermittelten natürlichen Wetterzug dergestalt, daß nicht leicht sich irgendwo schlagende Wetter ansammeln können. In vielen Grubengängen herrscht vielmehr ein wahrer Sturmwind, der, wie wir oben gesehen, durch eingehängte Wetterthüren gemäßigt werden muß. Die in der Tiefe thätigen kleinen Fördermaschinen erhalten durch lange Röhrenleitungen den nöthigen Dampf zugeführt. Schwere Lasten werden von ihnen aus der Tiefe heraufgeholt, welche ganz unten an der Mulde lagerten. Bis dahin streichen die Querstrecken hinab.

Die Lasten, welche jene Fördermaschinen emporziehen, werden auf horizontal nach dem Hauptförderschachte gehenden Strecken durch sogenannte Hunde transportirt. Diese kleinen Transportwagen ziehen die Arbeiter auf Eisenschienen dorthin.

Die Wagen werden oft auch durch Pferde nach dem Füllort gefahren.

Die an diesem Ort (der Kohlenladestelle) befindliche Fördermaschine ist meistentheils im Stande, vier Wagen zugleich aufzunehmen.

Fördern heißt eigentlich nicht Heraufbringen der Arbeiterschaft, sondern nur das Heraufziehen der Lasten (des Minerals).

Der Bergmann selbst fährt auf verschiedene Art in den Schacht ein. So klettert er z. B. mühsam, die Sicherheitslampe an seinen Hut gesteckt, mit schweren Lastkörben lange Leitern hinab. Auch rutscht er oft auf glatt gehobelten, geneigten Bohlen mittelst Fahrsätteln in die Tiefe hinunter und hält sich dabei an einem neben der Rutschbahn entlanglaufenden Seile mit seinem Lederhandschuh fest. Dadurch wird die Rutschgeschwindigkeit geregelt, sein Körper im Gleichgewicht erhalten.

Auf die Weise kann der Arbeiter nicht wieder von unten zu Tage hinauffahren. Ebenso sind Leiter- und Treppenfahrten zum Ausfahren aus der Grube nicht sehr bequem. Deswegen hat man die Fördermaschine gleichzeitig zur Heraufbringung (Emporheben) des Minerals und der Arbeiterschaft eingerichtet.

Früher wurde die Fördermaschine durch Pferde und Menschen, jetzt gewöhnlich durch Dampf getrieben. Sie zieht zu dem Zwecke sogenannte Fahrtonnen an Seilen oder Gestänge herauf,

um jene auf dieselbe Art wieder hinabzulassen. Nach jedem Hinabgange ertönt von unten ein Signal herauf, welches die Maschine giebt. Hierdurch werden Unglücksfälle möglichst verhindert. Neben den Abtheilungen für Fahrung und Förderung hat der Schacht noch eine zur Hebung des Grubenwassers. Hier arbeitet eine Wasserpumpe oder Wassersäulenmaschine.

Die Transmission der Wasserpumpe nennt man bergmännisch Kunstgestänge.

Die Aufstellung stationärer Sicherheitslampen zur Beleuchtung der Förderstrecken u. s. w. wird in der Praxis mancherlei Schwierigkeiten überwinden müssen. Bei gewöhnlichen transportabeln Grubenlampen (resp. Davy-Lampen) ist natürlich davon keine Rede.

Tief unter dem hellstrahlenden Sonnenlicht, in schrecklicher Tiefe schwarzklaffender Schlünde sieht man die emsig arbeitenden Menschen dem Tode kühn in's Antlitz schauen.

Unzählig viele Flämmchen durchzucken fast wie Blitze den unterirdischen Raum.

Welch' Unheil würde hier über die unermüdlichen Arbeiter hereinbrechen, wenn kein beglückender Lichtstrahl mehr die ewige Nacht durchzitterte?

Das Licht, welches diese Grabestiefen zur Stätte lebendiger Arbeit macht, kommt von den Grubenlampen.

In den Kohlengruben ist aber die einfache Grubenlampe der Erzbergwerke, mit ihrer offenen Flamme, des Arbeiters schlimmster Feind.

Dort wird die Sicherheitslampe gebraucht. Ihre Flamme ist bekanntlich von einem dichtgeflochtenen Drahtnetze umgeben. In der Davy-Lampe zeigt sie ihre ursprüngliche Form. Noch heute aber haben all' ihre Modificationen dasselbe Princip.

Bei einer solchen Lampe umgiebt die Flamme zunächst ein Glascylinder und diesen erst ein Drahtcylinder. Das Licht wird durch metallene Reflectoren concentrirt, ehe es in den Grubenraum tritt.

Vor Allem war man bestrebt, die schwachleuchtende Flamme der Davy-Lampe zu verstärken. Ihre Luftzuglöcher wurden zweckmäßiger construirt.

Immer waltete dabei die größte Rücksicht auf die Bestimmung der Sicherheitslampe: die Anwesenheit der schlagenden Wetter anzuzeigen und in ihnen ungefährdet fortzubrennen. Einige Arten der heutigen Sicherheitslampen erreichen dies auch, bieten aber alle gegen den Mißbrauch durch unerfahrene oder muthwillige Arbeiter keinen ausreichenden Schutz. In Folge dessen hat schon die Gesetzgebung mehrerer Staaten über den Gebrauch der Sicherheitslampen scharfe Bestimmungen gegeben. In all' diesen Punkten gewährt die electrische Lampe von Bénoit und Dumas bis jetzt die meiste Sicherheit. Nach Lottner's und Serlo's Meinung ist sie bei einiger Veränderung wohl am ehesten bestimmt, die Grubenlampe der Zukunft zu werden. Diese Lampe ist bei ihrer heutigen Construction portativ, aber schwer zu tragen, und besteht aus drei Theilen: einer Zink-Kohle-Batterie, einem Rhumkorff'schen Inductionsapparate und einer Geisler'schen Leuchtröhre. Ihre Haltbarkeit ist oft von Fachleuten bezweifelt. Ihre Helligkeit reicht aus. Thatsache ist, daß die Leuchtkraft der Geisler'schen Röhre durch allmähliche Zersetzung der in ihr enthaltenen Luft etwa nach 14 Tagen abnimmt. Reserve-Röhren heben diesen Uebelstand. Die electrischen Funken, welche sich beim An- und Abschrauben der Leitungsdrähte der Lampe und ebenso am Hammer des Inductors zeigen, sind nach angestellten Versuchen nicht geeignet, etwa vorhandene schlagende Wetter zu entzünden. Hingegen veranlassen Funken des inducirten Stromes, welche durch unvorsichtiges Zerreißen der Leitungsdrähte entstanden sind, leicht große Gefahr. Aus Vorsicht sind schon diese Drähte in Kautschukschläuche eingeschlossen. Genannte Lampe hat also noch immer, wenigstens bis heute, ihre besondern Mängel. Bei allen nicht electrischen Sicherheitslampen ist das Drahtnetz, wie erwähnt, die Hauptsache. Seine Dichte richtet sich gemeinhin nach der Explosivität der Wetter. Keinesfalls ist jedoch der Draht zu dick zu nehmen, weil er sonst zuviel Wärme in sich aufspeichert. Ebensowenig darf eine gewisse Weite und Höhe des Drahtnetzes überschritten werden, da nach Bischof's Meinung die Sicherheit gewährende Kraft des Drahtnetzes mit seiner Drahtweite

abnimmt. Gewöhnlich wendet man, und ich kann aus Versuchen dem als zweckmäßig nur beistimmen, eine Weite von 2 Zoll an. In England sind jetzt Drahtnetze von circa 728 Maschen pro Quadratzoll in Gebrauch. Davy hielt 702—954 für nöthig. Ueber die Haltbarkeit resp. Brauchbarkeit in schlagenden Wettern hatte ich mit einigen der berühmtesten und gangbarsten Sicherheitslampen folgenden Versuch angestellt.

Ein eiserner Kasten von etwa $3^3/_4$ Cubikfuß preuß. war an einer Seitenwand mit einer Glasscheibe versehen und durch einen Ausströmungshahn mit dem Leuchtgas-Reservoir verbunden. Aus diesem trat in den Kasten ein Gasstrom und strömte mit einer Geschwindigkeit von 1,6 preuß. Fuß in der Secunde hindurch. Gleichzeitig wurde eine Davy-Lampe in den Kasten eingeführt. Dort hielt dieselbe unter solchen Umständen durchschnittlich 7 Secunden aus, während die in Belgien sehr gebräuchliche Museler'sche circa 9—10 Secunden und die Lampe von Stephenson sogar 76 Secunden darin ausdauerte. Im Verlauf dieser Zeiten wurde das Leuchtgas trotz seiner heftigen Bewegung durch keine der genannten Lampen entflammt. Ihre Flamme brannte unter dem Drahtnetz ruhig fort. Die Museler'sche Lampe (Sicherheitslampe) geht übrigens im Momente größter Gefahr von selbst aus, ebenso eine von Morison construirte. Letztere Sicherheitslampe zeigte sich in jenem Kasten noch beständiger als die übrigen. Dies sei nun hier von den seither besten Sicherheitslampen gesagt. Wie lange indessen auch meine Sicherheitslampe im Kasten blieb, hatte sie nicht die geringste Einwirkung auf das sie umgebende Leuchtgas und stellte trotzdem ihren Beleuchtungsdienst nicht ein. Bezüglich ihrer Beschaffenheit verweise ich auf die unten näher beschriebene stationäre Sicherheitslampe, weil die im Versuch gebrauchte mit der dort besprochenen eine wesentlich gleiche Construction hatte. Nur möchte ich noch anführen, daß ihr Drahtnetz 2080 Maschen pro Längenzoll, die Drahtdicke aber ca. $^1/_5$ Linie betrug, ferner daß ihr Gehäuse doppelwandig und mit Zug- und Lichtlöchern versehen war. Ponson giebt uns als bestes Verhältniß des offenen Maschennetzes zum geschlossenen die Proportion 4:5 an. Gewöhnlich verfertigt man Drahtnetze aus

Eisendraht. Obgleich die Grubengase innerhalb des Drahtkegels der Grubenlampe durch die Flamme entzündet werden, erfahren sie doch eine solche Abkühlung durch das Drahtnetz, daß sie mit ihrem Austritt von dort nicht mehr weiter brennen. Nach Serlo constatirt auch Bischof die Richtigkeit der bekannten Thatsache. Nur soll nach letzterem nicht das starke Wärmeleitungsvermögen des Eisendraht-Netzes daran Schuld sein. Er meint vielmehr, daß sich deshalb nicht die Entzündung der Grubengase auf die äußere Umgebung des Drahtnetzes ausdehne, weil die Flamme und das Verbrennen der Gase viel mehr Zugluft als Hitze hervorbringe. Auch kann nach ihm eine Gasentzündung nach obenhin gar nicht stattfinden, weil sich in diesem Theile des Drahtkegels überhaupt keine brennbaren Gase aufhalten. Schließlich gipfelt seine Ansicht darin, daß die Wirkung des Drahtnetzes in der durch dasselbe hervorgerufenen Hemmung des Gasabflusses zu suchen sei.

Diese Ansicht haben hingegen in praxi gemachte Untersuchungen einer belgischen Commission widerlegt. Bei den Versuchen der Belgier hat sich mit Sicherheit ergeben, daß schon durch eine Oeffnung von 0,9 Linien in der Höhe des Drahtes ein Zug, wie ihn Bischof meint, entsteht.

Krönig und Magnus stellten über die Wärmestrahlung des Drahtnetzes speciellere Versuche an (cfr. Krönig in Poggendorff's Annalen der Physik und Chemie. Bd. 122, pag. 173 und ebenda Bd. 21, pag. 510.) Nach ersterem kühlt sich das Drahtnetz mehr durch Strahlung als Wärmeleitung ab, und letzterer zeigt experimentell, daß das Metallgewebe als fester Körper stärkeres Wärmestrahlungs-Vermögen besitze als die luftförmige Flamme. Die außerhalb des Drahtnetzes befindlichen Gase erreichen deshalb nicht ihre Entzündungstemperatur. Aus dem Grunde strahlt eine leuchtende Flamme mehr Wärme aus, wenn eine Platinscheibe hineingebracht wird. Wird nun diese Platte mit kohlensaurem Natron überzogen, so ist die Wärmestrahlung noch bedeutender. Hierdurch, sagt Serlo, scheint sich auch Graham's Angabe zu erklären, daß das Drahtnetz der Sicherheitslampe weit undurchdringlicher für

die Flamme ist, wenn man es zuvor in eine Alkali-Lösung getaucht hat. (cfr. Poggendorff Ann. Bd. 37, pag. 467.) Soviel über die gewöhnlichen transportablen Sicherheitslampen.

Zu den Grubenbeleuchtungsmitteln, welche wie die electrische Lampe von Dumas kein Drahtnetz haben, gehören die jetzt häufig verwendeten stationären **Gruben** — nicht Sicherheits-Lampen. Beide unterscheiden sich hierdurch von meiner stationären, electrischen Sicherheitslampe.

Die schon in der Praxis bewährten stationären Beleuchtungsarten haben für mich ein besonderes Interesse, weil sie einer längern Röhrenleitung im Innern der Grube (oft von Tage ausgehend) bedürfen, welche bei meiner stationären Sicherheitslampe in noch gesteigertem Maaße gefordert wird. Unzweifelhaft sind die stationären Grubenlampen weniger als die transportabeln Lampen vom Arbeiter abhängig. Erstere werden indessen bis jetzt nur in gut zu ventilirenden Grubenräumen angebracht.

Wie Lottner u. A. berichten, wird selbst Leuchtgas in den Gruben Deutschland's gebrannt. Diese in England und Belgien längst gebräuchliche Beleuchtungsart kann nach dem Dafürhalten jener Fachleute naturgemäß nur auf die Füllörter und Hauptstrecken sich beschränken, nicht aber dem Abbau folgen. (Transportabel kann sie nicht sein.) In dem Kalksteinbruch bei Rüdersdorf bedient man sich z. B., um die Bruchwände zur Nachtzeit zu erhellen, in der Nähe der Schächte der Gasbeleuchtung.

Lottner sagt, es sei eine rein ökonomische Frage, dies Gas in eisernen Röhren an der Firste oder den Stößen entlang zu führen und in offenen Brennern ohne Glas zu brennen. An andern Stellen fabricirt man in der Grube selbst, (natürlich einer Steinkohlengrube) nahe dem ausziehenden Schachte, Leuchtgas aus der angefahrenen Kohle. Die restirenden Coaks werden zur Feuerung verbraucht. Erweist sich nicht danach die Erzeugung von comprimirter Luft, welche unter Anderem meine stationäre Sicherheitslampe braucht, an genanntem Ort erst recht als praktisch? — Auch Gasanstalten über Tage hat man angelegt, um die Grube mit ihrem Gas zu versorgen.

Sie sind, wie Fachleute sagen, vortheilhafter als solche unter Tage. Den zur Niederbringung des Leuchtgases erforderlichen Druck leistet die Gasometerglocke selbst. Selten bewirken ihn Compressionspumpen. „In der Eisengrube „Eston“ steht eine „Tagesstrecke, in der Seilförderung umgeht, auf ihrer ganzen „Länge von 900 Lachter in Gasbeleuchtung.“ Die Praxis hat demnach lange Röhrenleitung nirgends gespart. Indessen hat man mit dieser Gasbeleuchtung nur die Hauptstrecken der Grube bedacht.

Sehr häufig wird sogar das aus der Kohle entwichene brennbare Grubengas zur Arbeitsleistung herangezogen. Dann saugt man es mittelst trichter- oder glockenförmiger Gefäße direct aus dem Gestein auf und führt es zu Tage. Sehr oft bedient man sich hierzu einer Cuvelirung. Die Möglichkeit einer derartigen Gasverwendung hängt durchaus von localen Umständen ab.

„In der Grube „Dap Duffryn“ in Südwales hat man in „einer Schicht zerklüfteten Sandsteins soviel Grubengas auf„sammeln können, um es mit Vortheil zu Tage zu führen. „Zu seiner Abfangung diente eine Art Cuvelage. Dort wurde, „wie es heißt, später ein Rohr in die 37 Lachter tieferen „Baue geführt, um da die Gase zur Beleuchtung zu verwenden. „Locale Verhältnisse erlaubten dies, weil die Gase einem Druck „von 4 Atmosphären unterworfen sind. Eine Explosion ist „ebenfalls nicht zu befürchten, da jener starke Druck auf eine „compacte Masse Schieferthon, zwischen Sandstein und dem „Flötz gelagert, schließen läßt.“

Außer dieser Art stationärer Beleuchtung hat man noch sogenannte „ewige Lampen“, welche in den größern Strecken aufgehängt sind, um das dort vorgefundene Grubengas zu verzehren. In neuerer Zeit ist man hiervon zurückgekommen, weil durch die Verbrennung des Gases, ohne gesonderte Abführung seiner Verbrennungsproducte, die Grubenluft noch mehr verschlechtert wird. Endlich würden, wenn diese Zerstörung der Grubengase rathsam wäre, die Nebenstrecken keinen Nutzen davon haben.

Noch andere Beleuchtungsarten sind in der Grube ein-

geführt worden. Man hat z. B. auch besondere Lampen für Taucherzwecke construirt. Sie führten den Sauerstoff in einem Reservoir mit sich und hatten noch einen Behälter zur Aufnahme der Verbrennungsprodukte. Alle diese Gefäße bestanden aus Glas. Dergleichen Lampen sind nur für jene Arbeiten (in den Grubenwassern) zu verwenden.

In den frühesten Zeiten des Bergbaues hat man die bösen Wetter schon durch Verbrennen unschädlich zu machen gesucht, aber die dadurch erst recht heraufbeschworenen Explosionen und die ihnen folgenden irrespirabeln Gase ließen diese Beseitigungsmethode schlagender Wetter bald in Verruf kommen. Mancherlei Warnungs-Signale zur Verhütung solcher und ähnlicher Gefahren sind noch bis heute in den Gruben zu finden. Ohne dieselben ist keine gedeihliche Arbeit möglich.

Die vorzüglichsten und empfindlichsten Signalapparate sind die Anselm'schen Wetter-Indicatoren. Letztere beruhen auf der verschiedenen Diffusionsgeschwindigkeit des Grubengases (Sumpfgases) und der Kohlensäure gegen atmosphärische Luft. Ihr Signal geben sie bekanntlich mit Hilfe des electrischen Stromes. Diese Apparate sind entweder zur Erkennung des Sumpfgases oder zur Erkennung der Kohlensäure abgestimmt. Man bedarf deshalb stets zweier solcher Instrumente zur Warnung vor diesen am häufigsten in der Grube vorkommenden Gasen. Soll Grubengas constatirt werden, wird der dazu construirte Indicator an der Firste aufgestellt, wo sich das specifisch leichte Grubengas ($C\ H^4$) hartnäckig aufhält. Für Kohlensäure aber stellt man einen Apparat an deren liebsten Aufenthalt, an der Sohle, auf. Die Indicatoren sind aber nicht recht für die rauhe Hand des Grubenarbeiters geschaffen.

Was nützt jedoch dem bedrohten Bergmann ihr lauter Warnungsruf, wenn ihm kein schneller Retter folgen kann? Diese Forderung realisirte ein früher von mir construirter magneto-electrischer Grubengas-Regulator mit Sicherheit. Bei seiner Construction kannte ich jene Indicatoren noch nicht, ebensowenig die Anwendung der comprimirten Luft für die Bohrmaschinen und die Ventilation des Mont-Cenis-Tunnels. Trotzdem hat er von beiden Aehnliches aufzuweisen. Derselbe arbeitet auto-

matisch, regulirt selbstthätig Druck und Wärme. Mit der Erkennung der Gase verbindet er ihre Ventilirung. Daß die Luft ihm von Tage, resp. vom Wetter- oder Maschinen-Schacht zugeführt wird, scheint einleuchtend. Den von Tage aus geleiteten Rettungsversuchen zollen Fachleute stets Beifall.

Bei geeigneter Construction konnte der Grubengas-Regulator auch zur Grubenbeleuchtung hergerichtet werden. Ein Entwurf dieses Grubengas-Regulator's gelangte in einer Immediat-Vorstellung am 12. November 1869 an Seine Majestät, den König von Preußen. Aus dem an mich hierauf ergangenen ministeriellen Bescheide will ich Nachstehendes hervorheben, weil es für meine jetzt construirte stationäre Sicherheitslampe von Bedeutung ist.

„Der Entwurf des magneto-electrischen Grubengas-Regu-„lators unterscheidet sich“ — sagt der Bescheid — „wesentlich „dadurch von ähnlichen, oft wiederholten Vorschlägen für die „Benutzung des electrischen Funkens zu solchen Zwecken, daß „bei ihm die Grubengase durch eine saugende Vorrichtung an-„gesammelt werden sollen, um sie dann in einem fest ver-„schlossenen Raume zu verbrennen, während nach früheren „Vorschlägen die Verbrennung überall da bewirkt werden sollte, „wo Grubengas ausströmt, und daß, obgleich die Möglichkeit „vorhanden ist, mit diesem Apparate eine ungefährliche, „absichtliche Verbrennung der Grubengase zu erzielen „und so die Gefahr zu umgehen, es nicht darauf ankommt, „diese Gase zu verbrennen und dann erst fortzuführen, sondern „die ganze Schwierigkeit lediglich darin liegt, die Gase von den „Punkten fortzuführen, wo sie aus der Kohle entstehen. Ist „dies aber erst gelungen, worauf die jetzt gebräuch-„lichen, meist saugenden Wettermaschinen gerichtet „sind, so ist eine Verbrennung der Grubengase nicht mehr „nöthig, sondern sie können unschädlich aus der Grube entfernt „werden.“

Hieraus geht deutlich hervor, daß eine Verbrennung, wie sie der Grubengas-Regulator bezweckt, vollkommen ungefährlich und gut ist. Auch Dir. Hauchecorne bestärkte mich persönlich in dieser Ansicht. Ich nehme deshalb keinen Anstand die

Construction des Regulators, so weit sie die Verbrennung vermittelt, als Basis für meine jetzige stationäre Sicherheitslampe zu benutzen. Den letzten Worten des ministeriellen Antwortschreibens habe ich nun noch einige Betrachtungen hinzuzufügen. Dieselben entspringen meinem weiteren Studium über das wichtige Grubengas-Problem.

Das schnellste und sicherste Erkennungsmittel bleibt bis jetzt für das Grubengas seine Verbrennung. Es kommt aber der Sicherheit halber darauf an, wo möglich zu jeder Zeit und an jedem Orte, die Gegenwart des Grubengases in der Grube zu erfahren. Dies ist jedoch bei den jetzigen Grubeneinrichtungen nicht möglich. Nur dann weiß man von der Anwesenheit des Grubengases an einem gewissen Grubenpuncte, wenn dort gerade gearbeitet wird. In diesem Falle kann die Wettermaschine durch ihre verstärkte Thätigkeit die Ansammlung des Grubengases, welche sie gewöhnlich verhindert, wieder aufheben. Doch giebt es auch viele Punkte, bei welchen sie, wie wir früher gesehen, durch vergrößerte Ventilation solche Gefahren nicht beseitigen kann. Dort angebrachte Handventilatoren leisten aber zu wenig.

Beweis dafür liefert das ministerielle Schreiben, welches ausdrücklich sagt, daß die ganze Schwierigkeit der Grubenventilation darin liegt, die Gase von den Punkten fortzuführen, wo sie aus der Kohle entstehen, und daß, wenn die Wettermaschinen das erreicht, jede Gefahr vorüber ist. Hauchecorne sagte mir selbst, daß jetzt mitunter der ganze Grubenbau mit Hilfe der neuesten Arbeitsweise so schnell fortschreite, daß auch eine entsprechend starke Wettermaschine nicht immer schnell genug alle im Bau begriffenen Strecken mit reichlichen frischen Wettern versorgen kann.

Am meisten fehlt es übrigens in den verlassenen Bauen, wie schon früher erwähnt, an genügender Lüftung, besonders weil man aus ökonomischen Rücksichten die starke künstliche Ventilation durch die natürliche ersetzt. Die hierdurch entstandenen Unglücksfälle sind hinreichend bekannt. Dem Allen wäre nun durch eine stetige locale und directe Verbesserung der Wetter (vielleicht noch neben der jetzigen allgemeinen) abzuhelfen.

Hauchecorne empfahl mir directe und locale chemische Zersetzung des Grubengases. Diese würde, im Falle ihrer Möglichkeit, wohl am ersten die jetzt gebräuchlichen, an sich vorzüglichen, Ventilationsvorrichtungen übertreffen. Weil aber, wie wir ebenfalls früher gezeigt haben, die Ausströmung und der Aufenthalt des brennbaren Grubengases selten im Voraus überall bekannt ist, so müßten, um jeglicher Gefahr vorzubeugen, nach seiner Meinung die Veranstaltungen zur directen Grubengaszersetzung an recht vielen Orten getroffen werden. Bis jetzt ist aber kein passendes chemisches Zersetzungsmittel aufgefunden worden.

Wurde auch die Explosionsgefahr dabei vermieden, so ergaben diese Reactionen auf das Grubengas wieder respirationsfeindliche Gase. Nicht viel mehr Nachtheile würde die einfache Grubengas-Verbrennung hervorrufen. In allen diesen Fällen sind immer wieder die entstandenen Gasprodukte noch zu ventiliren. Auch die Mallet'sche physikalisch-mechanische Gasscheidung durch Wasserabsorption auf das Grubengas angewandt, scheint nicht recht praktisch.

In Bezug auf Hauchecorne's Vorschlag sagte ich, daß mein Grubengas-Regulator die sog. chemische Zersetzung des Grubengases ersetzen dürfte, obgleich er weniger auf vollständige Grubengas-Verbrennung, als vielmehr auf dessen Erkennung und sofortige selbstthätige Ventilation ausgeht. Diese locale und directe Wirksamkeit hielt Hauchecorne für möglich. Er verlangte, ganz meinen damaligen Intentionen entsprechend, eine recht zahlreiche Aufstellung dieser Grubengas-Regulatoren. Vom ökonomischen Standpunkte aus hegte er entschiedenen Widerwillen gegen derartige Einrichtungen. Der Regulator ersetzte übrigens großentheils die gewöhnliche, transportable Sicherheitslampe, sowie auch die stationäre Beleuchtung der Hauptstrecken. Er bietet im Gegensatz zu den besprochenen Sicherheitslampen völligen Schutz in schlagenden Wettern und ist weniger von der richtigen Anwendung des Arbeiters abhängig. Von den jetzt verwendeten Sicherheitslampen erkannte Hauchecorne an, daß diese fast keine Sicherheit gegen ihren Mißbrauch gewähren.

Wie das ministerielle Schreiben hervorhebt, will mein Grubengas-Regulator die vorgefundenen Grubengase nach einem bestimmten Punkte hinsaugen. Darin befolgt er also das Princip der jetzt überall thätigen großen Wettermaschinen. Hierzu aber kommt noch seine gleichzeitige locale Wirksamkeit.

Beherrscht nun je ein Regulator je eine Strecke und saugt dort von allen Punkten die der Kohle entströmenden Grubengase auf, dann werden gewiß alle Gasausströmungspunkte von der Ventilation berührt, so daß nirgends Knallgas entstehen kann. Für den Grubengas-Regulator ist, wie erwähnt, ein Röhrensystem erforderlich, welches ihm von der Gebläsemaschine comprimirte Luft zuführt. Diese Luft dient hier theils als Triebkraft, theils zum Ersatz der durch die Verbrennung des Grubengases verzehrten (atmosphärischen) Grubenluft. Allerdings ist es besser, in den meisten Grubenstrecken jede Verbrennung zu vermeiden. Bis jetzt aber ist wiederum kein sicheres und billigeres Mittel für die Erkennung der brennbaren Grubengase aufgefunden worden. Deshalb bleibt mit Rücksicht auf die heutigen mangelhaften Sicherheitslampen das Postulat einer zweckentsprechendern Sicherheitslampe bestehen.

Wenn ich aber auf alle früheren Betrachtungen verweise, so wird nicht mir allein, sondern auch dem Leser klar werden, daß nur eine wahre stationäre Sicherheitslampe absolute Sicherheit in allen Grubentheilen herstellen kann. Eine Sicherheitslampe, welche die Eigenschaften des Grubengas-Regulators zweckmäßig verwandt hat, ist — ich kann mich des Gedankens nicht entschlagen — der treueste Sicherheitsbeamte auf ihrem Stationsorte.

Die stationäre Grubenbeleuchtung, welche gewiß weniger als die transportable Grubenlampe von der Intelligenz des Arbeiters abhängt, hat deshalb viele Feinde gegen sich, weil erstere in langen Röhren brennbare Gase mit sich führte und gar nicht, wegen mangelnder Sicherheitsvorrichtungen, dem Abbau folgen konnte. Die Röhrenleitung allein beeinträchtigt nach meiner Meinung nicht die praktische Verwendbarkeit.

Denn wie wir gesehen haben, sind Röhrensysteme in der Gestalt der Lutten, Wasserleitungs- und Dampfröhren längst in

Gebrauch. Die Benutzung der in Metall-Röhren zugeführten comprimirten Luft ist fast gefahrlos und ohne Schaden für die Grubenluft. Den besten Beweis lieferte ihre Verwendung beim Bohren des Mont-Cenis-Tunnels.

Damit die comprimirte Luft der stationären Sicherheitslampe, welcher sie, wie wir später sehen werden, als Triebkraft dient, leichter in alle Grubenräume folgen könne, fülle man transportable Reservoire mit ihr und lade diese auf vierrädrige, fahrbare Gestelle. Die comprimirte Luft kann nun durch die im Schacht stationirte Gebläsemaschine erzeugt werden. Dieselbe wird in Metall-Röhren, welche an der Firste oder den Stößen in der Zimmerung (dem Stützenholz) eingelassen sind, kleineren Reservoiren zugeführt. Letztere dienen sowohl als Druck-Egalisatoren, wie auch zur directen Speisung der stationären Sicherheitslampe.

Die Röhrenleitung kann auch, wenn Terrainverhältnisse ihre directe Verbindung mit der Gebläsemaschine im Schachte nicht gestatten, zu einem großen, in der Grube, z. B. an einem Füllort, gelegenen Reservoire führen, welches direct von einer Luft- und Druckpumpe gespeist wird. Diese Luftpumpe wird von einer dort etwa vorhandenen Kraftmaschine (Fördermaschine 2c.) in Thätigkeit gesetzt. Unbedingtes Erforderniß ist aber die Ausdehnung der Röhrenleitung über alle Theile der Grube. Denn diese Röhren sollen die natürlichen Gaskanäle möglichst parallelisiren. Für abgelegene Grubenpunkte kann auch im Nothfall ein Drahtseil eine Kraftmaschine mit einer Gebläsenmaschine verbinden, die in geeigneter Weise frische atmosphärische Luft ansaugt. (Drahtseil-Trajecte sind nichts Neues in Bergwerken.) Jede Strecke muß einen Zweig dieser Leitungsröhre für comprimirte Luft haben, und an der Röhre muß ein Hahnverschluß sein, um comprimirte Luft in diesen Raum einleiten zu können. Ueberall, wo ein solcher Hahn sich findet, muß eine stationäre Sicherheitslampe fixirt werden, da diese, wie später erläutert werden wird, durch ihren Mechanismus den Hahn zu öffnen hat.

Die Theile des Röhrensystems, welche bis „vor Ort" (also in die Abbau-Strecken) gehen, sind wohl am besten durch

Kautschukschläuche zu ersetzen, damit sie dem wechselnden Abbau leichter folgen können. Auch sonst dürften diese statt der Metallröhren zur Verwendung kommen. „Vor Ort“ soll natürlich stets eine stationäre Sicherheitslampe sich finden. Damit nun das kleinere fahrbare Reservoir, welches in inniger Beziehung mit der Sicherheitslampe steht, unausgesetzt den für die Lampe nöthigen Druck habe, wird ihm ein Druck-Regulator beigegeben, über dessen Thätigkeit wir nach der Beschreibung der stationären Sicherheitslampe Specielleres erfahren werden. Fassen wir nun noch einmal die Postulate für eine stationäre Sicherheitslampe kurz zusammen:

1. sie soll electrisches Licht geben,

2. eine in sich fest verschlossene in Bezug auf Druck und Wärme gut regulirte Verbrennungskammer resp. Entflammungskammer besitzen, welche

3. mit einer continuirlich wirkenden, durch comprimirte Luft bewegten Sauge-Vorrichtung verbunden ist,

4. mit einem großen Luft-Reservoir (resp. der Gebläsemaschine) communicirt, oder auch mit einer kleineren Luft- und Druckpumpe und einem dazu gehörigen Reservoir verbunden ist,

5. in ihrer Röhrenleitung weiter keinen Brennstoff zum Leuchten führt. Ferner soll

6. diese stationäre Sicherheitslampe in schlagenden Wettern beständig und ohne Explosionsgefahr zu erregen, ausdauern, ebenso in irrespirabeler Grubenluft brauchbar sein,

7. mit wenig Zeitaufwand hinsichtlich der Reinigung völligen Schutz gegen leichtsinnige Behandlung seitens der Arbeiter gewähren und deshalb eine eigenthümliche und solide Construction haben,

8. einen weithin hör- und sichtbaren, zuverlässigen Wetter-Indicator vorstellen, ohne die zarte Construction des Anselm'schen Indicators und die Mängel der jetzigen Sicherheitslampen aufzuweisen,

9. womöglich je eine stationäre Sicherheitslampe je eine Strecke beherrschen, dort nicht blos leuchten, sondern zur rechten Zeit momentane Hilfe schaffen, d. h. einen perpetuir-

lichen, aber sich den Umständen gemäß verstärkenden Ventilator abgeben, welcher durch seine möglichst vervielfältigte Stationirung alle Strecken, besonders die Abbaue und die verlassenen Baue beherrscht, und soll für die Ventilirung der Grubengase vorbereitet sein, von welchem Punkte ihres Stationsortes dieselben auch aus der Kohle plötzlich ausströmen mögen,*)

10. trotz dieser Ergänzung, resp. Ersetzung, der großen allgemeinen Wetterführung eine locale Aenderung ihres Stationsortes durch **leichte** Transportabilität gestatten.

Wie weit sich diese von mir aufgestellten Grundforderungen an eine wahre Sicherheitslampe in der Construction und Aufstellung meiner stationären Sicherheitslampe realisirt haben, wird aus nachstehender Beschreibung nebst anliegender Zeichnung hervorgehen.

Die Begründung der obigen principiellen Anforderungen liegt in den früheren Theilen dieser Abhandlung.

Die stationäre, electrische Sicherheitslampe gebraucht zur Ingangsetzung ihres electo-magnetischen Rotationsapparates und ihres Ventilators der comprimirten Luft. Bei der hier folgenden Beschreibung sieht man die stationäre Sicherheitslampe gerade in Thätigkeit begriffen.

Ein Rad R, welches als Reactionsrad in Form einer sogenannten Schottischen Turbine construirt ist, treibt mit Hilfe comprimirter Luft, welche ein Reservoir durch die Röhre r liefert, den Mechanismus der stationären Sicherheitslampe.**) Das Reservoir wird, wie erwähnt, direct von der Gebläsemaschine des Wetterschachtes oder durch eine Luft- und Druckpumpe gespeist, die von einer andern, in der Grube gerade vorhandenen, Kraftmaschine (durch Drahtseil) getrieben wird. Diese

*) Die Praxis selbst wird die zweckmäßigste Aufstellung dieser Lampen lehren. Aus denselben dürften sich sogar Rettungsapparate herausbilden, welche bei Grubenbränden und Grubeneinsturz Hilfe leisten könnten.

**) Die comprimirte Luft, welche fortwährend der Turbine entströmt, kann sehr leicht dem in nächster Nähe beschäftigten Arbeiter lästig werden, wenn nicht ein „Wettervorhang“ ihn davor schützt.

Leitung der comprimirten Luft für die Ingangsetzung der stationären Sicherheitslampe ist eine Abzweigung der großen Leitung für die allgemeine Speisung der Grubenräume mit comprimirter Luft.

Die Rotation des Rades R überträgt sich auf ein Root-sches Gebläse L und auf den mit ihm an gleicher Achse befindlichen magneto-electrischen Rotationsapparat μ und μ_1. Das Root'sche Gebläse saugt die local vorhandene Grubenluft durch E ein, passirt dabei ein dicht geflochtenes Drahtnetz und tritt in den Kasten K (die Entflammungskammer) ein. Ist brennbares Grubengas in dieser Grubenluft vorhanden, so wird dasselbe durch den unausgesetzt in jenem Raume überspringenden electrischen Funken entzündet. Dadurch entsteht Wärme. Diese wirkt, durch das Drahtnetz hindurch, auf das von ihm umgebene Thermometer. Sein aus Messing und Eisen bestehendes Doppelplättchen wird sich durch die entwickelte Wärme biegen, den in der Nähe befindlichen Poldraht des magneto-electrischen Rotationsapparates berühren und dadurch den Strom schließen. Der Electromagnet M wird magnetisch werden und den Anker b anziehen. Der Anker b befindet sich an einem Hebel h, welcher sich um d dreht und am andern Ende eine Scheibe f lose trägt. Diese Scheibe ist eine aus Kautschuk oder Holz gefertigte Frictionsscheibe. Ist nun der Anker vom Electromagneten angezogen, so wird das Frictionsrad f_2 gegen die Frictionsscheibe f_1 gedrückt. Weil sich ferner das Rad f_1, welches dieselbe Axe mit der Schottischen Luft-Turbine hat, mit dieser fortwährend dreht, wird das Rad f_2 mitgenommen, und zwar bis zum Punkte p, da hier die Scheibe einen kleinern Durchmesser bekommt. Die lackirte Spiralfeder s, welche bei c fest mit der Scheibe (Frictionsscheibe) und bei e fest mit dem Hebel (welcher die unmagnetische Verlängerung des Ankers ist) verbunden ist, wird durch Bewegung des Rades f_2 angespannt werden. Dann wird durch Drehung des Rades f_2 und mit Hilfe der Zugstange z der Hahn H geöffnet, und die comprimirte Luft, die durch das Rohr r_2 zugeführt wurde, wird jetzt mit großer Vehemenz dem Rohre r_3 entströmen und die Grubengase von der betreffenden Stelle fort in den ausziehenden Wetterstrom drängen. Während die comprimirte Luft so ausströmt, giebt

sie durch eine geeignete Vorrichtung ein warnendes Pfeif-Signal, damit gleich bei Beginn der Thätigkeit des Apparates die in der Nähe befindlichen Menschen von der gefährlichen Beschaffenheit der Grubenluft benachrichtigt werden.

Die Oeffnungen des Apparates nach dem Grubenraume sind, wie erwähnt, durch dicht geflochtene Drahtnetze versichert. Die Drahtnetze, welche 2080 Drahtmaschen auf den Quadratzoll und 2600 Drahtmaschen auf den Längenzoll haben, verhindern mit den gebogenen (aus der Figur am besten ersichtlichen) Ausflußröhren jedes Hinausschlagen der in der Entflammungskammer K brennenden, **kleinen** Grubengas-Flamme.

Sobald durch das Root'sche Gebläse keine brennbare Grubenluft mehr eingeführt wird, also keine Verbrennung mehr stattfindet, wird das Thermometer wieder zurückgehen und somit den electrischen Strom öffnen. — Das Thermometer ist ein Metallthermometer, dessen starke Glashülse gasdicht in den Kasten K eingekittet ist. Am Ort des überspringenden electrischen Funkens, also am Verbrennungsorte des in den Kasten eingeführten Grubengases, ist dasselbe noch mit einem Drahtnetz umgeben. — Hat das zurückgehende Doppelplättchen nun den electrischen Strom geöffnet, so wird der Electromagnet unmagnetisch, und der Hebel h mit dem Anker b wird durch die Spiralfeder s_2 zurückgedrückt. Der Contact zwischen den Frictionsrädern f_1 und f_2 hört auf. Die vorher angespannte (lackirte) Spiralfeder nimmt schnell ihre Ruhelage ein. Sie bringt durch diese Rückbewegung die communicirende Scheibe f_2 ebenfalls in deren Ruhelage zurück. Der Scheibe folgt sogleich der Hahn H. Er schließt die Leitungsröhre der comprimirten Luft.

Der ganze Apparat ist also in seinen Ruhestand zurückgetreten. Alle seine Theile werden mit Ausnahme des Hahn's H und der Schottischen Turbine noch in ein solides Gehäuse eingeschlossen.*) Aus den Lichtspalten (resp. Fenstern) strahlt

*) Das Drahtnetz, welches die Glashülse des Metallthermometers umgiebt, wirkt so wie der Drahtcylinder der Davy-Lampe. Die starke Glashülse

das von den Kastenwänden reflectirte Licht in den Grubenraum. Etwaige Ueberhitzung durch das eingesogene Grubengas ist auch bei Stillstand des Thermometers durch das mit antiphlogistischen Substanzen versehene Doppelgehäuse verhindert; denn der Zwischenraum der beiden Gehäuse hat außerdem noch starken Luftzug. Von dem mit dem transportablen Luft-Reservoir communicirenden, selbstthätigen Druckregulator will ich wegen seines häufigen Vorkommens in der Praxis nur nachstehende Grundzüge geben.

Er betrifft hauptsächlich die Einwirkung des Gasdrucks auf einen elastischen Kautschukcylinder. Dieser Kautschukcylinder hat eine Dicke von ca. 4,55 Linien und ist durch zwei Scheiben von derselben Substanz geschlossen; die eine, oben an einer Bronce-Platte befestigt, bleibt unbeweglich, während die andere abwärts gehen kann, wobei sie die untere Platte mit fortbewegt, in Folge der Ausdehnung des Kautschuks durch den Gasdruck. Um aber eine Seitenausdehnung des Kautschuks zu verhindern und ihm auch leichter zur früheren Form zu verhelfen, wenn der Gasdruck abnimmt, hat man den Kautschuk-Cylinder noch mit einer (lackirten) Spirale aus Stahldraht umgeben, etwa 2,2 Linien im Durchmesser.

Der Apparat ist durch eine Röhre mit dem erwähnten, transportablen Reservoir und durch eine zweite mit dem großen Behälter für comprimirte Luft verbunden. Ist in ersterem nicht genug comprimirte Luft vorhanden, so soll der Druck-Regulator aus letzterem selbstthätig neuen Zufluß vermitteln bis zum erforderlichen Druck. Wenn nun comprimirte Luft aus dem kleinen Reservoir in den Regulator einströmt, geht die untere Basis des Kautschukcylinders hinab, und bewegt die broncene Platte, an der er befestigt ist. Die Platte schiebt eine Stange und diese eine gezähnte Stange, deren Zähne in ein Triebrad, nämlich in den Schlüssel

vermittelt die Ausstrahlung des electrischen, resp. durch den Verbrennungsproceß verstärkten Lichtes, aus dem Gehäuse K^1 nach K^2 und von dort in die Grube. Läßt sich dies Doppelgehäuse K^1 K^2 auf der Röhre (Axe) hin und her schieben und der Gesammtapparat wiederum drehen, so gewinnt die elektrische Lampe allseitige Leuchtkraft.

des Hahns an der Zuleitungsröhre zum großen Reservoir eingreifen, so daß also dies Triebrad mit dem Hahn in Bewegung kommt.

Da der Apparat in der Praxis überall schon gang und gäbe ist, wird man wohl aus dem Vorhererwähnten den Verlauf seiner Thätigkeit erkennen. In dem Maaße nämlich, als der Druck zunimmt, steigt die gezähnte Stange abwärts und schließt den Hahn, durch welchen die comprimirte Luft in das kleine Reservoir gelangt. Der Hahn ist aber noch durch einen einfachen Hebel mit einem Läutewerk in Verbindung gebracht, damit dessen Signal zur rechten Zeit Kenntniß in die Ferne ertheile, und dies ist meine specielle Modification.

Durch den Gang dieses Apparates weiß man die Druckverhältnisse im transportablen kleinen Reservoir, welches direct mit der stationären Sicherheitslampe communicirt. — Sobald nun der Luftdruck abnimmt, geht der Kautschuk wieder zurück, sowohl durch seine eigene Elasticität, als durch den Druck der Spiralfeder. Die Zahnstange geht wieder aufwärts, und dadurch öffnet sich der Hahn so lange, bis der Druck wieder hergestellt ist. Dieser Regulator arbeitet, wie erwähnt, in der Praxis schon längst und gewährt die größte Genauigkeit und Zuverlässigkeit. Er stellt für das kleinere Reservoir fortdauernd die nöthige Compression der atmosphärischen resp. verdichteten Luft her, welche zur Belebung der stationären Sicherheitslampe verlangt wird, zeigt aber auch jedes unberechtigte Offenstehen des Leitungshahnes H an.

Unter Umständen kann die in dem Reservoir angesammelte comprimirte Luft wohl auch zur Ventilirung selber dienen.

Die Anwendung der vorhin bezeichneten Luft- u. Druckpumpe (mit Drahtseil-Traject) neben der Gebläsemaschine zur Speisung der Reservoire, scheint mir aus folgenden Gründen zweckmäßig:

1. ist man dadurch in der Anlage der Röhren,*) zur Leitung

*) Es können auch Kautschukschläuche, auf Trommeln gewickelt, nöthigen Falles angewandt werden.

der comprimirten Luft in die Grubenräume, unabhängiger als bei Gebrauch der Gebläsemaschine 2c.,

2. kann die Röhrenweite eine geringere sein, denn wenn auch nicht mit einem Male eine große Menge comprimirter Luft aus den Röhren ausströmt, vermag der schnelle Zufluß dieser Luft aus den von der Luftpumpe gespeisten kleinen Reservoiren jene Differenz wieder auszugleichen.

Hinsichtlich der Electro-Magnete möchte ich übrigens auf die Roloff'schen Doppel-Electro-Magnete mit Mantel-Ankern hinweisen, weil sie die besten Receptoren sind.

Nach Lottner und Andern ist es unmöglich, das Wetterquantum vorauszubestimmen, welches eine Grube zu ihrer Ventilation bedarf. Ich mußte deshalb bei meiner stationären Sicherheitslampe auf bestimmte Größenverhältnisse*) leider verzichten. Diese kann ich erst dann geben, wenn mir speciellere practische Versuche in einer Grube gestattet sein werden.

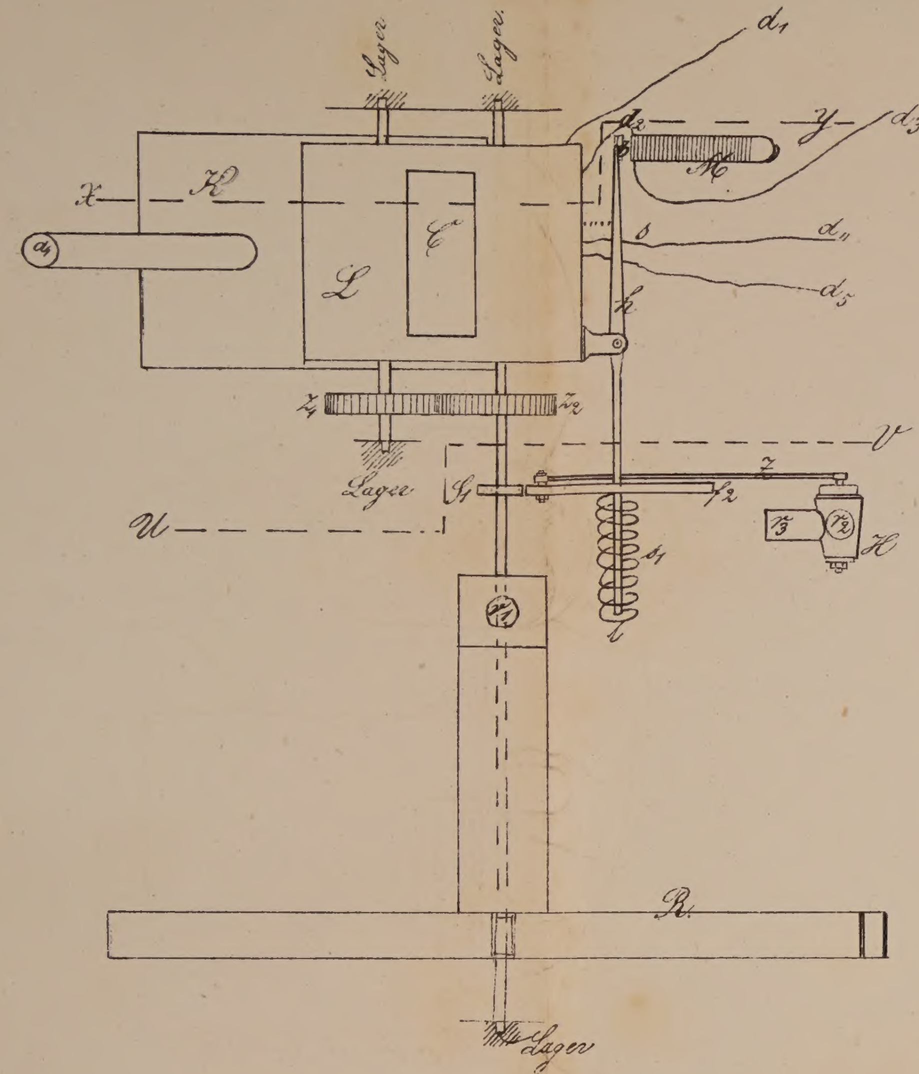
Jede große Entflammung des Grubengases, auf welche Art sie auch zu Stande gebracht sei, könnte bald Unglück nach sich ziehen, die Entflammung in dieser stationären Sicherheitslampe niemals.

Man kann deshalb auch hier den von Helmholtz so trefflich gebrauchten, sonst so vernachlässigten Satz anwenden:

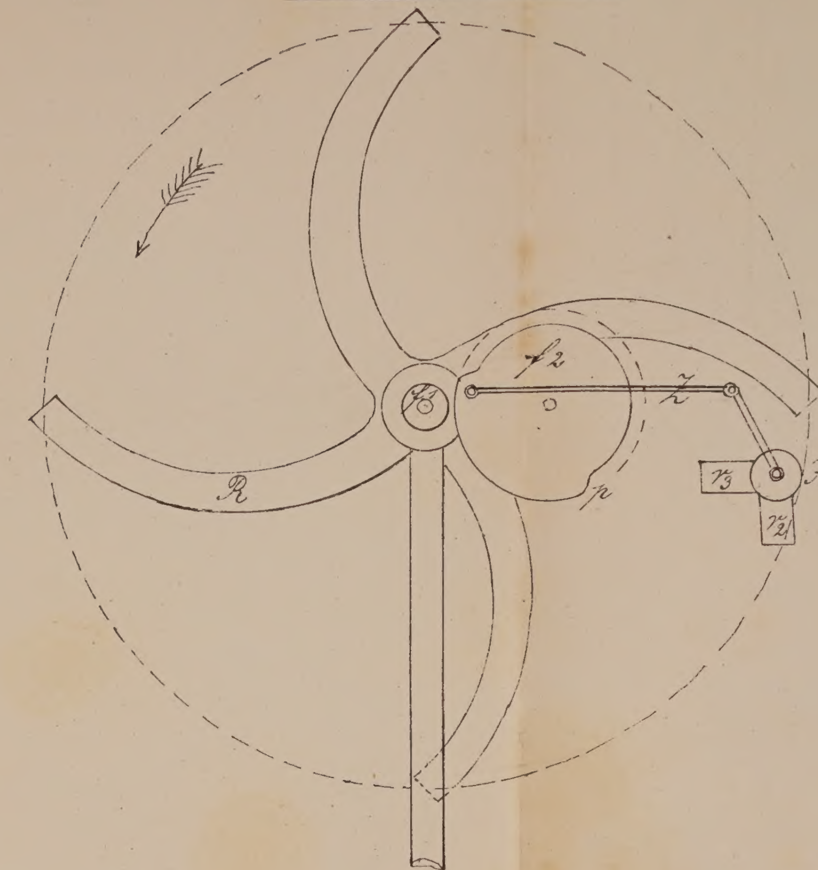
„Gleiche Ursachen haben unter verschiedenen Bedin-
„gungen verschiedene Wirkungen."

---

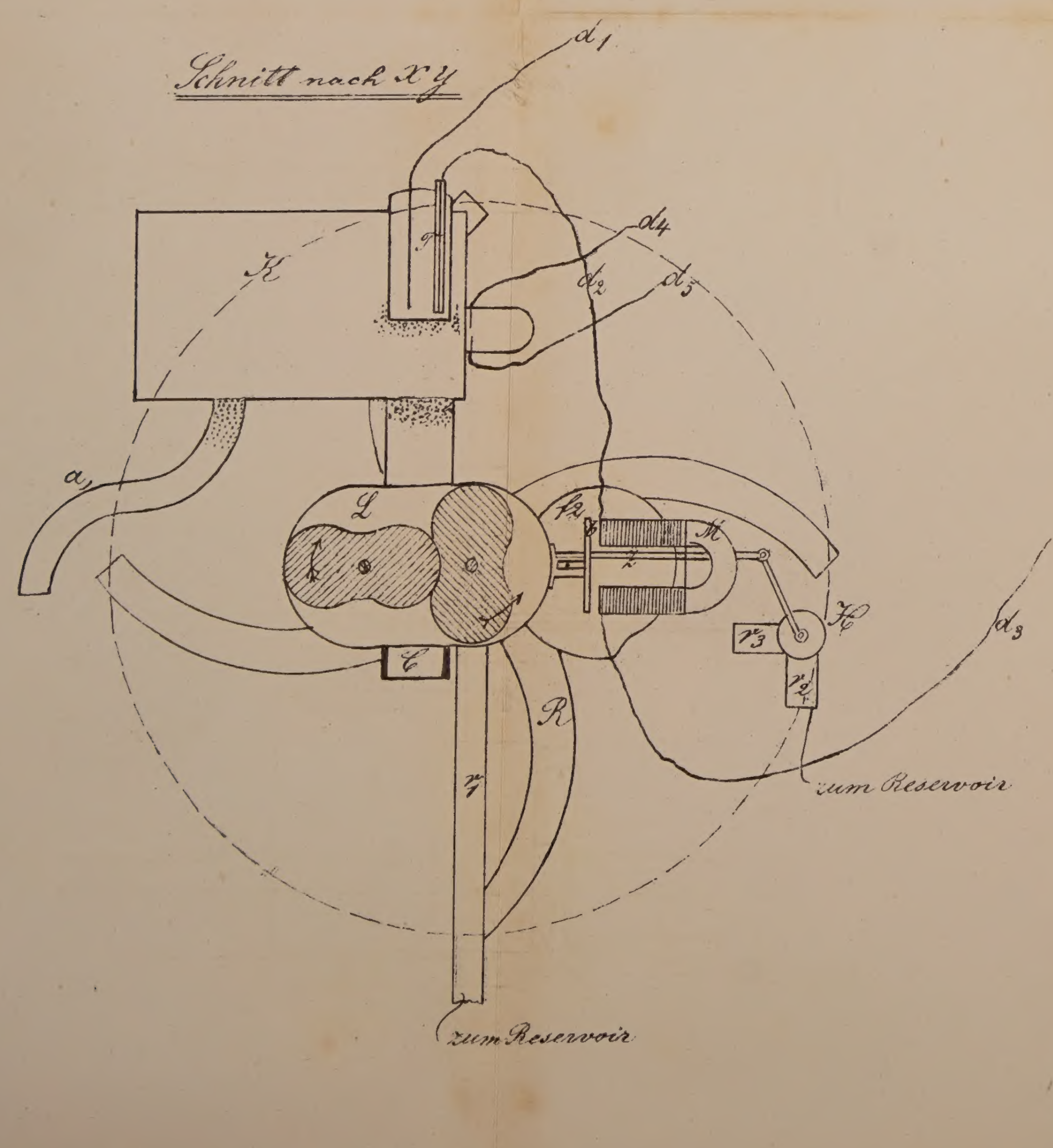
*) Rücksichtlich des früher angegebenen practischen Versuchs will ich hier nur mittheilen, daß der Kasten K damals ein Cubikfuß Leuchtgas und die nöthige Menge atmosphärischer Luft enthielt und eine Wandstärke von $1/16$" Eisenblech hatte.



Schnitt nach UV



Schnitt nach XY



Aeussere Ansicht des schräg liegenden Doppel-Gehäuses $K_1 K_2$

